Nicht für den Austausch

Aus der balneologischen Abteilung des William G. Kerkhoff-Institutes in Bad Nauheim und der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen in Breslau.

Das Elektrokardiogramm im Bad.

Das Verhalten der relativen Systolendauer in differenten und indifferenten Kohlensäurebädern.

Ausgeführt mit Mitteln der William G. Kerkhoffstiftung.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades in der Medizin bei der Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Ullrich Hauke

Breslau 1939

Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei e. G. m. b. H., Breslau 1, Ursulinerstraße 1

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität Breslau.
Referent: Prof. Dr. Vogt.
Dekan: Prof. Dr. Gutzeit.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus „Zeitschrift für Kreislaufforschung“
32. Jahrgang, Heft 1, 1940
Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig

Aus der Balneologischen Abteilung des William G. Kerckhoff-Institutes in Bad Nauheim und der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen in Breslau.

Das Verhalten der relativen QT-Dauer in differenten und indifferenten Kohlensäurebädern.[1])

Von Ulrich Hauke (Breslau).

Mit 3 Abbildungen.

(Eingegangen am 3. Oktober 1939)

Über das Elektrokardiogramm des Menschen in Bädern ist schon 1912 gearbeitet worden [Reinboldt, Goldbaum, Nicolai (1)], und zwar in Süßwasser-, Salz- und Kohlensäurebädern. Sie berücksichtigten aber, wie auch später 1933 Dinkler (2) in heißen Seebädern es tat, nur die Formveränderungen der Herzstromkurve. Der zeitliche Ablauf wurde zum ersten Male von Waledinski (3) 1933 registriert, aber nur am Kaninchen. Die ersten, welche Form- und Zeitveränderungen zugleich studierten, und zwar am Menschen, waren Bartussek (4) und Latzel (5). Ersterer arbeitete mit indifferenten Kohlensäure-Süßwasser-Bädern, letztere mit heißen Süßwasserbädern von 42°. Beide fanden erhebliche Unterschiede im zeitlichen und formalen Ablauf des Ekg.

Die Ergebnisse der beiden Autoren regten zu einer weiteren Differenzierung der Fragestellung an, und zwar sollte einerseits dem Begriff der individuell als indifferent empfundenen Temperatur erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden und anderseits die Rolle des hydrostatischen Druckes in Voll- und Halbbädern geklärt werden.

Ferner wurden die von Latzel in nur 3 Versuchen vorläufig erhaltenen Ergebnisse im warmen CO_2-Bad durch weitere Untersuchungen ergänzt.

Versuchsanordnung.

Um eine klare Vergleichsbasis zu haben, wurde die Versuchsanordnung im Bad und die Auswertung der Kurven genau so gehandhabt wie bei Bartussek und Latzel.

Die Elektrodenbefestigung nach Bartussek, welche eine Messingplatte in der Größe $4{,}5 \times 7$ cm vorsieht, die von einer entsprechend größeren Gummiplatte überdeckt wird, wurde nach dessen Angaben auf den Oberarmen und am linken Oberschenkel befestigt und mit einer leicht erstarrenden Flüssigkeit von Azeton

[1]) Ausgeführt mit Mitteln der William G. Kerckhoff-Stiftung.

und Röntgenfilm vor etwa eindringendem Wasser abgedichtet. Um Verzitterungen der Kurve sicher auszuschalten, empfiehlt sich, die Elektroden mittels Gummibandagen nochmals dadurch zu fixieren, daß die Bandage den auf der Platte sitzenden Gummistopfen (Kabelleitung) fest auf die Haut der Versuchsperson aufdrückt.

Die Herzstromkurven wurden mit dem kleinen Siemens-Oszillograph aufgezeichnet. Da dieser Apparat nur eine relativ geringe Ablaufgeschwindigkeit hat, wurden Kontrollversuche mit dem großen Hellige im Schnellablauf angeschlossen, die sich jedoch als unnötig erwiesen.

Jeder Badeversuch umfaßte 7 Abschnitte, in denen jedes Mal eine Herzstromkurve aufgezeichnet wurde. Zunächst ruht die Vp. für die Dauer von 20 Minuten auf einer Bahre. Am Ende der Ruhezeit wird das erste Ekg aufgenommen. Danach wird die Vp. mit der hier eigens konstruierten Bahre, die völlige Muskelruhe gestattet, in das Bad gesenkt und nach 5 Minuten Badedauer das erste Ekg im Bad angefertigt. Die Aufzeichnung des Ekg im Bad wiederholt sich nach 10 und 15 Minuten. Sofort nach Beendigung des Bades, ferner nach weiteren 10 und schließlich nach 30 Minuten wird wiederum ein Ekg aufgezeichnet, um das Abklingen der Veränderungen zu verfolgen.

Es wurden insgesamt 25 Versuche gemacht, von denen 17 einwandfrei auswertbar waren, und zwar an Herzgesunden im Alter von 15—30 Jahren.

Zur Bestimmung der relativen QT-Dauer wurde die von Bartussek und Latzel angewandte Fridericia-Formel

$$K = \frac{\overline{QT}}{\sqrt[3]{P}}$$

benutzt, in der Perioden- und QT-Dauer zueinander in Beziehung gesetzt wird, und zwar die QT-Dauer zu der jeweils vorangehenden Periode (6). Der errechnete Faktor K ist der Index für die jeweilige Änderung der QT-Dauer.

Ergebnisse.

Formveränderungen des Ekg im Bade.

Schon Bartussek und Latzel hatten Verkleinerung aller Ausschläge des Elektrokardiogramms im Bad gefunden, die zustande kommt durch das vergrößerte elektrische Feld und das dadurch verkleinerte Potential an den Ableitungen. Wir fanden ebenfalls im differenten wie im indifferenten, im Voll- wie im Halbbad stets eine Verringerung aller Ausschläge, die im Verlauf des Bades noch deutlicher wurde. Die Ausschläge wurden, zum Teil so klein, daß die Verstärkung der Betriebsspannung am Oszillographen auf das Höchstmaß gesteigert werden mußte, um einwandfreie Kurven zu erhalten. Die Beobachtung Bartussek's, daß im indifferenten CO_2-Bad die S-Zacke häufig verschwindet, kann bestätigt und darüber hinaus festgestellt werden, daß ein Ausfall der Q-Zacke noch häufiger vorkommt. Die Endzacke T zeigt in Übereinstimmung mit Bartussek eine viel geringere Abnahme als die Hauptzacke der QRS-Gruppe.

Obwohl in dieser Arbeit nur die Kohlensäurebäder behandelt werden, sei der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, daß Bartussek im indifferenten Süßwasserbad ähnliche, aber kleiner dimensionierte Ausschläge als im CO_2-Bad fand. Latzel beobachtete dagegen eine erhebliche Abflachung von T in heißen Süßwasserbädern.

Zeitliche Änderungen des Ekg im Bad.

Bei der Überprüfung der zeitlichen Veränderungen des Elektrokardiogramms im Bad fand Bartussek, daß die relative QT-Dauer zunimmt trotz Verschiebung der Pulsfrequenz nach oben oder unten. Die Befunde konnte ich bestätigen, nicht nur für das indifferente CO_2-Vollbad, sondern auch für das indifferent empfundene Kohlensäurehalbbad und das warme CO_2-Vollbad und -Halbbad. Das Gleichbleiben oder Absinken der Pulsfrequenz im indifferent empfundenen Bad kommt nach Gollwitzer-Meier (7) dadurch zustande, daß über das Blut eine Kühlwirkung des thermoindifferenten Bades auf den Sinus venosus stattfindet, wodurch sekundär der Schrittmacher des Herzens beeinflußt wird.

Aus der Tabelle I und Abb. 1 sind die Durchschnittswerte von 5 Versuchen im Kohlensäurebad von 37° zu ersehen.

Tabelle I.

	Pulsfrequenz	Periode	Q—T	K
Ruhe	63	96	36,6	8,01
Bad 5 Min.	72	76	36,1	8,40
Bad 10 Min.	72	77	37,1	8,51
Bad 15 Min.	89	77	36,1	8,56
sofort nach dem Bade	66	82	36,3	8,14
10 Min. danach . .	72	87	36,9	8,34
30 Min. danach . .	64	96	37,1	8,00

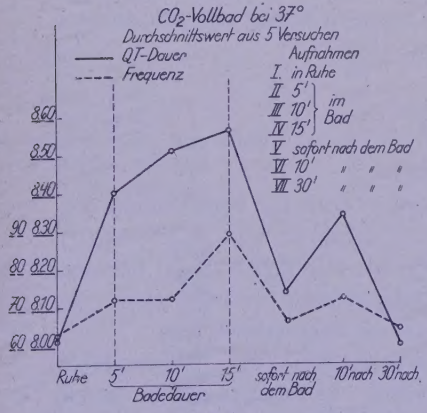

Abb. 1

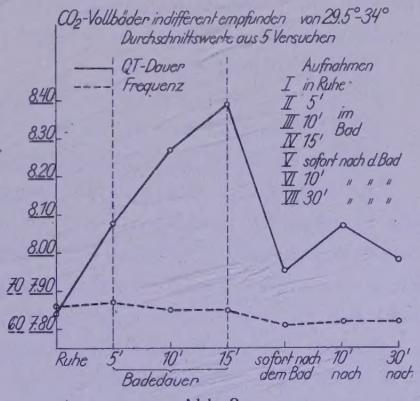

Abb. 2

Wir finden zugleich mit dem Anstieg der Pulsfrequenz, der im Höchstfalle 50 Proz. gegenüber dem Ruhepuls beträgt, eine gleichmäßig zunehmende Veränderung der relativen QT-Dauer. Die höchste Pulsfrequenz entspricht auffallenderweise der längsten QT-Dauer, wobei letztere im Durchschnitt eine Zunahme von **5** Proz., im Einzelfall aber bis zu **8** Proz. gegenüber dem Ruhesollwert erreicht. Sofort nach dem Bad finden wir einen jähen Sturz sowohl der Pulszahl als auch der QT-Dauer. Nach

10 Minuten Ruhe außerhalb des Bades steigen beide Werte noch einmal an und sinken nach 30 Min. wieder teils über, teils unter den Ausgangswert.

Die Tabelle II und Abb. 2 zeigt nun im Gegensatz zum differenten Bad die Werte im indifferent empfundenen CO_2-Vollbad.

Tabelle II.

	Pulsfrequenz	Periode	Q—T	K
Ruhe	66	93	35,36	7,84
Bad 5 Min.	67	92	36,81	8,08
Bad 10 Min.	65	91	37,22	8,27
Bad 15 Min.	65	92	38,14	8,39
sofort nach dem Bade	61	98	36,65	7,95
10 Min. danach . .	62	95	37,10	8,07
30 Min. danach . .	62	100	37,10	7,98

Die schon oben erwähnte Kühlwirkung des CO_2-Bades bestätigt sich auch hier in einem Absinken der Pulskurve unter den Ruhewert. Trotz dieses Absinkens der Pulsfrequenz, die zwangsläufig eine Verlängerung der absoluten QT-Dauer bedingt und somit eigentlich eine Abnahme der relativen im Gefolge haben müßte, nimmt wieder wie in Tab. I die relative QT-Dauer zu. Es wurde also in beiden Vollbädern sowohl im warmen als auch im indifferent empfundenen CO_2-Bad der nach der Formel errechnete Faktor K im Sinne einer Verlängerung verändert.

Um die bei den 4 verschiedenen Bädern erhaltenen Ergebnisse besser untereinander vergleichen zu können, durchlief jedesmal ein und dieselbe Versuchsperson die ganze Serie, und zwar ein

1. CO_2-Vollbad bei 37°,
2. CO_2-Vollbad, indifferent empfunden,
3. CO_2-Halbbad bei 37° bzw. 36,5°,
4. CO_2-Halbbad, indifferent empfunden.

Die indifferent empfundene Temperatur besaß für verschiedene Vp. eine Gradspanne von nicht weniger als 5° (nämlich von 29,5°—34,5°), woraus hervorgeht, daß jede Vp., wie Wachter (8) schon längst betonte, ihre ganz individuelle Indifferenztemperatur verlangt, wenn man nicht Wärme- oder Kältefehler in den Versuch übernehmen will.

Aus der Tabelle III und Abb. 3 kann man die Werte der obengenannten 4 Bäder bei ein und derselben Person ersehen. Es handelt sich in diesem Fall um einen 28jährigen Mann, der in Abständen von einer Woche je eines dieser Bäder nahm.

I. Die Tabelle zeigt im warmen Kohlensäurebad von 37° nach 5 Minuten Badezeit einen starken Anstieg der relativen QT-Dauer. Nach 10 Minuten Badedauer haben wir zweierlei beobachtet: entweder die relative QT-Dauer steigt bis zum Ende des Bades bis zu einer Höhe von etwa 5—6 Proz. gegenüber dem Ruhesollwert an oder sie senkt sich etwas (ungefähr $^1/_2$—1 Proz.) und behält dieses Niveau dann bei. Nach Abschluß des

Tabelle III.

	Pulsfrequenz	Periode	Q—T	K
I. CO_2-Vollbad bei 37°.				
Ruhe	68	88	35,5	7,99
Bad 5 Min.	70	86	35,4	8,04
Bad 10 Min.	—	—	—	—
Bad 15 Min.	73	82	37,0	8,51
sofort nach dem Bade	60	98	36,0	7,80
10 Min. danach . .	62	96	37,3	8,14
30 Min. danach . .	59	99	36,5	7,88
II. CO_2-Vollbad indifferent empfunden.				
Ruhe	70	85	35,0	7,95
Bad 5 Min.	71	88	36,4	8,10
Bad 10 Min.	65	93	37,5	8,25
Bad 15 Min.	64	88	38,0	8,55
sofort nach dem Bade	60	99	36,5	7,95
10 Min. danach . .	62	96	37,5	8,10
30 Min. danach . .	62	97	37,0	8,04
III. CO_2-Halbbad bei 37°.				
Ruhe	67	90	36,0	8,05
Bad 5 Min.	75	80	35,0	8,14
Bad 10 Min.	74	81	35,6	8,23
Bad 15 Min.	78	77	35,0	8,34
sofort nach dem Bade	77	78	34,0	7,95
10 Min. danach . .	67	89	35,5	7,95
30 Min. danach . .	71	85	34,0	7,70
IV. CO_2-Halbbad indifferent empfunden.				
Ruhe	65	92	36,0	7,97
Bad 5 Min.	63	95	37,5	8,15
Bad 10 Min.	61	98	37,8	8,20
Bad 15 Min.	57	106	39,6	8,32
sofort nach dem Bade	57	106	37,3	7,85
10 Min. danach . .	57	105	37,9	8,03
30 Min. danach . .	65	92	36,0	7,97

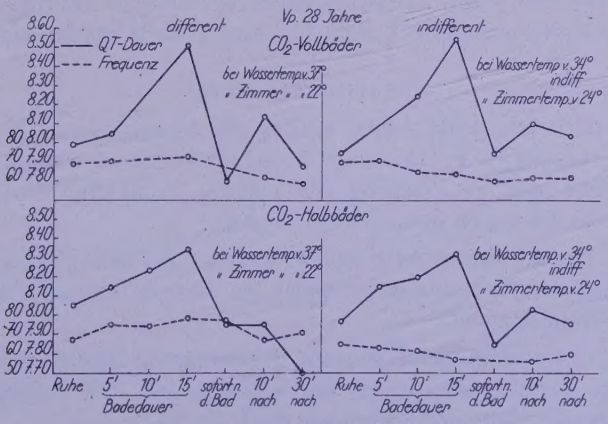

Abb. 3

Bades gehen Pulskurve und relative QT-Dauer allmählich auf die Ausgangswerte zurück.

II. Dieselben Befunde ergibt das indifferent empfundene CO_2-Vollbad bei Abnahme der Pulsfrequenz. Bei der Betrachtung eines anderen Falles mußte auffallen, daß die Frequenz nicht absank. Tatsächlich war das Bad für die Vp. noch etwas zu warm, wie die Vp. dann selbst auch zugab. Es ist ja eine alte Erfahrungstatsache, daß CO_2-Bäder in der ersten Minute kühler empfunden werden als nachher. Daß die Werte der relativen QT-Dauer sich aber in der oben genannten Richtung bewegten, wurde durch Parallelversuche an anderen Vp. bewiesen.

III. Die beiden Kohlensäurehalbbäder von warmer (36,5°) und indifferent empfundener Temperatur ergeben dieselbe Veränderung der QT-Dauer wie die Vollbäder. Somit steigt in allen 4 Bäderarten der Faktor K, also die relative QT-Dauer, an.

Bei den Halbbädern wurde übrigens noch eine besondere Erfahrung gemacht: daß nämlich für das Verhalten im Versuche insbesondere der Pulsfrequenz neben der Wasser- auch die Raumtemperatur mit zu berücksichtigen ist. Es sollte zum Beispiel bei einem Halbbad von 34° die Zimmertemperatur nicht unter 24° liegen.

Bei einem Überblick über sämtliche Versuche, die bis heute zum Studium von Form- und Zeitveränderungen des Elektrokardiogramms von Bartussek, Latzel und mir angestellt wurden, steht das Kohlensäurebad in deutlichem Gegensatz zum Süßwasserbad. Während bei Süßwasserbädern allein die Temperaturwirkung eine Rolle spielt und mit steigender Pulsfrequenz, wie theoretisch zu erwarten, eine Abnahme der relativen QT-Dauer eintritt, das Bad also gleich einer Arbeitsleistung wirkt, ist das CO_2-Bad eindeutig spezifisch; es nimmt in jeder Badeform sowohl bei Anstieg als auch bei Abfall der Pulsfrequenz die QT-Dauer zu. Die Unterschiede vom Ruhewert zum Badewert sind so beträchtliche und jedem Streuungsfehler gegenüber so gesichert, daß der spezifische Kohlensäureeffekt nicht in Frage gestellt werden kann.

Zusammenfassung.

1. Durch vorliegende Arbeit sollten die Versuche von Bartussek über die relative QT-Dauer im Kohlensäurebad auf eine breitere Basis gestellt und die Versuche von Latzel in heißen Süßwasserbädern zum Vergleich herangezogen werden.

2. Das Ekg erfuhr sowohl in seiner Form und in dem gegenseitigen Verhältnis der Zacken untereinander als auch in seinem zeitlichen Ablauf Veränderungen.

3. Neben der elektrisch bedingten Verkleinerung aller Ausschläge fällt das häufige Verschwinden der S- und Q-Zacke auf. Die T-Zacke nimmt verhältnismäßig nicht so stark ab wie die R-Zacke.

4. Die relative QT-Dauer nimmt während der gesamten Badedauer gleichmäßig zu, und zwar gegenüber dem nach der Fridericia-Formel errechneten Ruhewert bis um 8 Proz. im Einzelfall und 5 Proz. im Durchschnitt.

5. Vergleichend läßt sich feststellen, daß das Kohlensäurebad eine Verlängerung der QT-Dauer von ungefähr 5 Proz., das heiße Süßwasserbad (Latzel) eine Verkürzung von 7 Proz. ergibt.

Bezüglich der Formveränderungen ist besonders zu betonen, daß, wenn auch die T-Zacke in allen Bäderarten eine gewisse Abnahme erfährt, diese im CO_2-Bad und nur im CO_2-Bad mit weitem Abstand am geringsten ist.

Schrifttum.

1. G. F. Nicolai, Med. Klin. **1912**, 859. — 2. G. Dinkler, Z. klin. Med. **1933**, 98. — 3. Waledinski, Z. physik. Ther. **1913**. — 4. Bartussek, Balneologe **1938**, Heft 1. — 5. Latzel, Z. Kreislaufforschg **30**, 865 (1938). — 6. Friderizia, Acta med. scand. (Stockh.) **53**, 469 (1920). — 7. Kl. Gollwitzer-Meier, Balneologe **1938**, H. 9, 434. — 8. R. Wachter, Klin. Wschr. **1933**, 1517. — 9. Bazett, Heart **7**, 353 (1918—1920). — 10. Lombard und Cope, J. of Physiol. **45** (1908). — 11. Schlomka und Raab, Z. Kreislaufforschg **28**, 18 (1936); **29**, 14 (1937.) — 12. Goldbaum-Reinboldt, Z. exper. Path. u. Ther. **9** (1911).

Lebenslauf.

Am 11. Juni 1913 wurde ich, Ullrich Hauke, Sohn des Baumeisters Bruno Hauke und seiner Ehefrau Hedwig Hauke, geb. Pachur, in Breslau geboren.

Ich besuchte später von Ostern 1919—1923 die Vorschule des Johannesgymnasiums einschließlich der Sexta. Dann wechselte ich auf das St. Matthiasgymnasium über, wo ich im Frühjahr 1934 meine Reifeprüfung ablegte.

Nach Absolvierung des Arbeitsdienstes in der Zeit vom 7. 4. bis 15. 10. 1934 bei der Abteilung 2/113 in Ohlau wandte ich mich dem Studium der Medizin zu und studierte ausnahmslos in Breslau. Am 12. 11. 1935 und am 12. 2. 1937 legte ich meine Vorexamina ab und stehe jetzt im 10. Semester.

Während meiner klinischen Ausbildung war ich an der Medizinischen Poliklinik in der Zeit vom 1. bis 31. 3. 1937, vom 1. 7. bis 31. 10. 1937 und vom 1. bis 31. 3. 1939 als Famulus tätig. Weiter famulierte ich vom 1. 7. bis 30. 9. an der Heilstätte der Rheinprovinz in Bad Nauheim, wo ich gleichzeitig meine Doktorarbeit im William-Kerkhoff-Institut anfertigte.

Dem N.S.S. gehörte ich von Februar 1932 bis Juli 1933 an. Dann wechselte ich in die SA. über, der ich bis 1935 angehörte. Von März 1937 ab gehöre ich zu der HJ., in welcher ich als Oberfeldscher tätig bin.

Am 16. 9. 1939 bestand ich in Breslau das Staatsexamen mit dem Urteil „gut".